

**PRARANCANGAN PABRIK BUTIL AKRILAT DARI ASAM  
AKRILAT DAN BUTANOL KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Srata I  
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**FA'ILLA ULFAH**

**D500120051**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PRARANCANGAN PABRIK  
BUTIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN BUTANOL KAPASITAS 60.000  
TON/TAHUN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**Fa'illa Ulfah  
D500120051**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Dr. Agung Sugiharto, S.T., M.Eng**  
**NIDN. 0602027502**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PRARANCANGAN PABRIK**  
**BUTIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN BUTANOL KAPASITAS 60.000**  
**TON/TAHUN**

**OLEH**

**Fa'illa Ulfah**

**D500120051**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Jumat, 15 November 2019**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

1. **Dr. Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.**  
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Dr. Akida Mulyaningtyas, S.T., M.Sc**  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Tri Widiyatno, S.T., M.Eng.**  
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

**Dekan ,**



**Dr. H. Sri Sumarjono, M.T., Ph.D**  
**NK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 18 November 2019



**Fa'illa Ulfah**

**D500120051**

## **PRARANCANGAN PABRIKBUTIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN BUTANOL KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

### **Abstrak**

Pada era kemajuan teknologi yang berjalan pesat, maka diperlukan beberapa macam sarana dan prasarana untuk era persaingan bebas. Salah satu prospek pembangunan masa depan adalah pembangunan pabrik yang mempunyai daya saing dengan produk-produk luar negeri. Salah satunya dengan mendirikan pabrik butil akrilat. dengan kapasitas 60.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan butil akrilat ini menggunakan proses esterifikasi fase cair dengan perbandingan mol asam akrilat dan butanol = 1:1,043. Pada proses ini reaksi bersifat eksotermis, irreversible dan dijalankan dalam reaktor Continuous Stirred Tank Reaktor (CSTR), fase cair-cair serta kondisi operasi dijaga isothermal (85°C) dan tekanan 1 atm. Pabrik ini termasuk pabrik beresiko rendah karena berlangsung pada kondisi atmosferis. Kebutuhan asam akrilat untuk pabrik ini sebanyak 4.419,69 kg/jam dan kebutuhan butanol sebanyak 4.419,45 kg/jam dan katalis amberlyst-15 sebanyak 86,7108 kg. Produk berupa butil akrilat sebanyak 7210 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 466.669,94 kg//jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan saturated steam sebesar 33.669,79 kg/ jam yang diperoleh dari boiler dengan bahan bakar fuel oil sebesar 1,895 m<sup>3</sup>/jam. Kebutuhan udara tekan 50 m<sup>3</sup>/jam. Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan sebuah generator set sebesar 425 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 1,34 m<sup>3</sup>/jam. Pabrik ini didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten dengan luas tanah 50.000 m<sup>2</sup> dan jumlah karyawan 300 orang. Pabrik butyl akrilat ini menggunakan modal tetap atau Fixed Capital Investment (FCI) sebesar Rp 770.519.570.113,- dan modal kerja Rp 298.543.530.120,-. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 217.050.958.254,- per tahun setelah dipotong pajak 50% keuntungan mencapai Rp 108.525.479.126,78,- per tahun. Percent Return On Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 28,17% dan sesudah pajak sebesar 14,08%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 2,62 tahun setelah pajak selama 4,15 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 45,85% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 28,71%. Disccounted Cash Flow (DFC) terhitung sebesar 28,25%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** butil akrilat, esterifikasi, CSTR

### **Abstract**

In the era of rapid technological progress, it is necessary to use several kinds of facilities and infrastructure for the era of free competition. One of the prospects for future development is the construction of factories that have competitiveness with foreign products. One of them is by establishing a butyl acrylate factory. with a capacity of 60,000 tons per year planned to operate for 330 days per

year. The process of making butyl acrylate uses a liquid phase esterification process with a mole ratio of acrylic acid and butanol = 1: 1.043. In this process the reaction is exothermic, irreversible and is carried out in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) reactor, the liquid-liquid phase and operating conditions are maintained isothermal (85 ° C) and 1 atm pressure. This plant is a low-risk factory because it takes place in atmospheric conditions. The need for acrylic acid for this plant is 4,419.69 kg / hour and the need for butanol is 4,419.45 kg / hour and the amberlyst-15 catalyst is 86.7108 kg. The product is 7210 kg / hour butyl acrylate. Utilities supporting the process include water supply of 466,669.94 kg / hour obtained from river water, provision of saturated steam of 33,669.79 kg / hour obtained from boilers with fuel oil of 1,895 m<sup>3</sup> / hour. Needs compressed air 50 m<sup>3</sup> / hour. Electricity is obtained from PLN and a generator set of 425 kW in reserve, as much as 1.34 m<sup>3</sup> of fuel per hour. This factory was established in the Cilegon industrial area, Banten with a land area of 50,000 m<sup>2</sup> and a number of employees of 300 people. This butyl acrylate factory uses fixed capital investment (FCI) of Rp. 770,519,570,113 and working capital of Rp. 298,543,530,120. From the economic analysis of this factory, it shows a profit before tax of Rp 217,050,958,254 per year after tax deduction of 50% and the profit reaches Rp 108,525,479,126.78 per year. Percent Return On Investment (ROI) before tax of 28.17% and after tax of 14.08%. Pay Out Time (POT) before tax for 2.62 years after tax for 4.15 years. Break Even Point (BEP) by 45.85% and Shut Down Point (SDP) by 28.71%. Discounted Cash Flow (DFC) accounts for 28.25%. From the feasibility analysis data above it can be concluded that this plant is profitable and feasible to be established.

**Keywords:** butyl acrylate, esterification, CSTR

## 1. PENDAHULUAN

Dalam upaya bersama untuk meningkatkan kinerja perekonomian nasional, sektor pembangunan di bidang industri merupakan suatu hal yang penting salah satunya yaitu dalam sektor industri kimia. Peluang yang cukup baik dalam sektor industri kimia dimasa-masa yang akan datang diharapkan mampu berperan dalam meningkatkan pendapatan negara.

Di Indonesia, industri kimia kini mulai berkembang dan merupakan salah satu tulang punggung pendorong pertumbuhan industri-industri lainnya, misalnya industri polimer. Perkembangan industri sangat pesat, mengingat kebutuhan bahan-bahan berbasis polimer diperlukan baik bagi rumah tangga maupun industri. Salah satu bahan dasar pembuatan produk polimer adalah ester akrilat misalnya n-Butil Akrilat.

Kebutuhan Butil Akrilat cukup potensial untuk dikembangkan menjadi salah satu produk kimia penunjang kebutuhan bahan-bahan berbasis polimer baik skala rumah tangga maupun industri.

Keuntungan mendirikan pabrik Butil Akrilat di Indonesia adalah: Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi nilai impor dan menghemat devisa Negara, Memacu pertumbuhan industri-industri hilir, khususnya yang menggunakan butyl akrilat sebagai bahan baku maupun bahan tambahan, Membuka lapangan pekerjaan sehingga mengurangi jumlah penganggura.

Butil Akrilat merupakan salah satu bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan polimer, dan butil akrilat telah banyak digunakan secara luas pada industri sebagai precursor untuk varnish, adhesive dan tekstil. Dalam industri plastik, butil akrilat merupakan bahan dasar bagi beberapa industri memodifikasi PVC dan molding atau extrusion additives.

## 2. METODE

Pemilihan kapasitas butil akrilat berdasarkan atas beberapa pertimbangan sebagai berikut : Proyeksi Kebutuhan Butil Akrilat dari tahun ke tahun di Indonesia, Kebutuhan akan Butil Akrilat di Indonesia terus meningkat pada tahun-tahun yang akan datang. Hal ini dapat dilihat pada table 1.1 berikut ini.

Tabel 1.Kebutuhan impor butil akrilat tahun 2003-2014

No	Tahun	Impor (kg/tahun)
1	2003	8240509
2	2004	13288879
3	2005	12954597
4	2006	16725155
5	2007	23681950
6	2008	34227554
7	2009	29387040
8	2010	26806574
9	2011	25800066
10	2012	27342138
11	2013	29464004

(Biro Pusat Statistik, 2014)

Tabel 2. Data pabrik yang sudah beroperasi

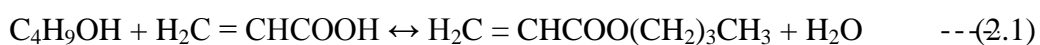
Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Raj Prakash Chemicals Limited (RPCL)	India	13.000
Nippon Shokubai Indonesia	Indonesia	40.000
Sasol dia acrylates pty Limited	Jepang	80.000
PT. Petronas	Malaysia	100.000

Dengan melihat pertimbangan pabrik butil akrilat yang pernah didirikan, kapasitas produksi yang direncanakan pada pabrik ini sebesar 60.000 ton per tahun dengan pertimbangan peningkatan kebutuhan butil akrilat setiap tahun.

Untuk memproduksi butil akrilat dibutuhkan bahan baku asam akrilat dan butanol. Bahan baku asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai, Cilegon dengan kapasitas produksi asam akrilat sebesar 140.000 ton/tahun dan bahan baku butanol diperoleh dari PT. Petro Oxo Nusantara, Gresik dengan kapasitas produksi sebesar 30.000 ton/tahun. Kapasitas ini diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan butil akrilat di Indonesia.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Reaksi pembuatan butil akrilat dilakukan dengan pereaksian antara asam akrilat dan butanol. Dengan reaksinya sebagai berikut :

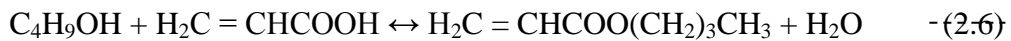


Reaksi pembuatan butil akrilat berlangsung pada kondisi operasi dengan tekanan 1 atm menggunakan katalis *Amberlyst-15 dry* pada temperatur 358 K dan perbandingan mol asam akrilat dan butanol sebesar 1,4377:1,5 dengan hasil konversi sebesar 96,3%. Butil akrilat dikeluarkan sebagai hasil bawah dengan kemurnian 99,83%, sisa hasil reaktan dan produk samping berupa air yang dikeluarkan sebagai hasil atas dan dikembalikan sebagian sebagai refluks sedangkan sisanya sebagai limbah (Sert, 2014).



Untuk mengetahui sifat reaksi, apakah sebuah reaksi tersebut melepas panas (eksotermis) atau membutuhkan panas (endotermis) dan untuk mengetahui apakah reaksi tersebut berjalan searah atau bolak-balik, maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas pembentukan reaksi.

Reaksi



Diketahui data-data pada suhu 25 °C

Tabel 3. Data Panas Pembentukan ( $\Delta H_f^\circ$ ) dan Energi Gibbs ( $\Delta G_f^\circ$ )

Komponen	$\Delta H_f^\circ$ (J/mol)	$\Delta G_f^\circ$ (J/mol)
$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH}$	-336,230	-286,060
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	-274,430	-150,670
$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOHC}_4\text{H}_9$	-395,050	-233,000
$\text{H}_2\text{O}$	-241,800	-228,600

(Yaws, 1991)

$$\begin{aligned} \Delta H_{r298} &= \sum \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= (\Delta H_f^\circ \text{ BA} + \Delta H_f^\circ \text{ A}) - (\Delta H_f^\circ \text{ B} + \Delta H_f^\circ \text{ AA}) \\ &= (-395,050 + (-241,800)) - (-336,230 + (-274,430)) \\ &= -26.190 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_r^\circ$  bernilai negatif, dengan demikian reaksi berlangsung secara eksotermis (menghasilkan panas).

$$\begin{aligned} \Delta G_r^\circ &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= (\Delta G^\circ \text{ BA} + \Delta G^\circ \text{ A}) - (\Delta G^\circ \text{ B} + \Delta G^\circ \text{ AA}) \\ &= -233,000 + (-228,600) - (-286,060 + (-150,670)) \end{aligned}$$

$$\Delta G_r^\circ = -24.870 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\ln (K/K_1) = -(\Delta H^\circ/R) (1/T - 1/T_1)$$

pada keadaan standar 298 K,

$$\begin{aligned} K &= e^{(\Delta G^\circ/RT)} \\ &= e^{(24.870/8,314 \times 298)} \\ &= 22.765,5388 \end{aligned}$$

pada temperatur operasi, 358 K, harga K :

$$\ln (K/K_1) = - (\Delta H^\circ/R) (1/T - 1/T_1)$$

$$\ln (K) = 5,8493456$$

$$K = 1,7663$$

Karena harga  $K \gg 1$ , maka reaksi berlangsung *irreversible* (searah).

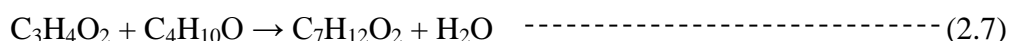
Secara garis besar ada tiga tahap dalam pembuatan butil akrilat dari asam akrilat dan butanol : Tahap Penyiapan Bahan Baku, Tahap Reaksi di dalam Reaktor, Tahap Pemurnian Hasil

Uraian Proses, **Tahap Penyiapan Bahan Baku** Tujuan dari penyiapan bahan baku adalah untuk mengkondisikan bahan baku sehingga dicapai kondisi operasi reaktor.

Asam akrilat dengan kemurnian 99% berat dari tangki penyimpanan bahan baku (T-01) pada 1 atm dan 30°C, digabungkan dengan arus *recycle* dengan suhu 140°C sehingga suhu campuran asam akrilat menjadi 95°C dialirkan dengan pompa (P-03) menuju *cooler* (CO-01) untuk diturunkan suhunya menjadi 85°C sebelum masuk reaktor untuk dicampur dengan bahan baku butanol. Butanol dialirkan dengan pompa (P-04) menuju *heat exchanger* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 85°C. Perbandingan bahan baku asam akrilat dan butanol adalah 1:1,043, campuran bahan baku dialirkan menuju Reaktor (R-01).

Tahap Reaksi di dalam Reaktor, Dengan menggunakan optimasi terhadap jumlah reaktor, maka reaktor yang digunakan sebanyak 1 buah. Reaktor pembentukan butil akrilat ini merupakan reaktor alir tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menjaga temperatur operasi agar stabil.

Reaksi yang terjadi :



Reaktor bekerja pada suhu 85oC dan tekanan 1 atm dengan menggunakan katalis *amberlyst-15*. Reaksi esterifikasi butil akrilat bersifat eksotermis dan *irreversible*.

Tahap Pemurnian Hasil Tujuan pemurnian adalah mendapatkan produk butil akrilat yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Produk yang keluar reaktor diumpankan ke *flashdrum* (FD-01) dengan suhu 114 °C. Hasil atas *flashdrum* (FD-01) diumpankan ke decanter (DC-01) bersuhu 40 °C, untuk memisahkan butanol dengan bahan yang lain. Hasil atas decanter (DC-01) berupa butanol, butil akrilat dan sedikit air yang kemudian di *recycle* menjadi umpan masuk ke reaktor (R-01), sedangkan hasil bawah decanter (DC-01) menjadi keluaran limbah.

Hasil bawah *flashdrum* (FD-01) diumpankan ke menara distilasi satu (MD-01) dengan suhu umpan 147 °C , untuk memurnikan atau memisahkan produk utama dengan komponen lainnya. Hasil atas menara distilasi satu (MD-01) berupa sedikit asam akrilat dan sedikit mengandung butil akrilat. Sedangkan produk bawah berupa sedikit asam akrilat dan butil akrilat. Hasil atas menara distilasi dialirkan dengan pompa menuju unit pengolahan limbah. Hasil bawah menara distilasi satu (MD-01) dialirkan ke menara distilasi dua (MD-02), sebelum dialirkan menuju menara distilasi dua (MD-02) dipompa terlebih dahulu. Tujuan dari menara distilasi dua ini adalah untuk memurnikan hasil bawah menara distilasi satu (MD-01) sesuai dengan spesifikasi produk untuk menghasilkan produk utama. Hasil atas dari menara distilasi dua (MD-02) akan didaur ulang kembali.

#### SPESIFIKASI ALAT PROSES

##### **Reaktor**

Kode : R-01

Fungsi : Tempat mereaksikan butanol dengan asam akrilat

Tipe : Continous Stirred Tank Reaktor (CSTR)

Jumlah : 1

##### Kondisi Operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 85°C

##### Dimensi Reaktor

- Volume Reaktor : 75,693 m<sup>3</sup>
- Tinggi : 8,86 m

- Diameter : 4,581 m
- Tebal *Head* : 0,2 in
- Tebal *Shell* : 0,375 in

#### Pengaduk

- Jenis : Turbin dengan 6 blade disk standar
- Diameter : 1,527 m
- Kec. Pengaduk : 61,1413 rpm
- Daya Motor : 75 Hp
- Lebar Pengaduk : 0,382 m
- Lebar *baffle* : 0,382 m

#### Pendingin

- Diameter Luar Jacket : 4,8033 m
- Tinggi : 6,872 m
- Tebal Dinding Jacket : 0,25 in
- 

#### a. *Flashdrum*

Kode : FD-1

Fungsi : Tempat memisahkan komponen uap dan cair

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-304*

#### Kondisi Operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 114°C

#### Dimensi Reaktor

- Volume : 11,415 m<sup>3</sup>
- Tinggi Total : 4,29 m
- Diameter : 1,84 m
- Panjang : 5,48 m
- Tebal *Head* : 0,25 in
- Tebal *Shell* : 0,1875 in

### **Dekanter**

Kode	: DC-01
Fungsi	: Tempat memisahkan butanol, asam akrilat dan butil akrilat
Tipe	: Tangki Horizontal
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel</i> SA-304
Kondisi Operasi	
• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 40°C
Dimensi Tangki	
• Volume	: 0,8612 m <sup>3</sup>
• Diameter	: 1,09 m
• Panjang	: 3,29 m
• Tebal <i>Head</i>	: 0,1875 in
• Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 in
• Panjang Total	: 4,57 m

### **Menara Distilasi**

#### **1. Menara Distilasi 1**

Kode	: MD-01
Fungsi	: Tempat memurnikan produk butil akrilat
Jenis	: <i>Tray Column</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel</i> SA-304
Kondisi Operasi	
• Umpan	: P = 1 atm T = 147°C
• Top	: P = 1 atm T = 143°C
• Bottom	: P = 1 atm T = 146°C
Jumlah <i>plate</i> aktual	: 65 plate
Diameter atas	: 2,25 m
Diameter bawah	: 2,98 m

Tebal <i>shell</i>	: 0,179 m (0,1875 in)
Tebal <i>head</i>	: 0,179 m (0,1875 in)
Tinggi <i>head</i>	: 0,112 m ( 4,396 in)
Tinggi Menara	: 19,50 m

## 2. Menara Distilasi 2

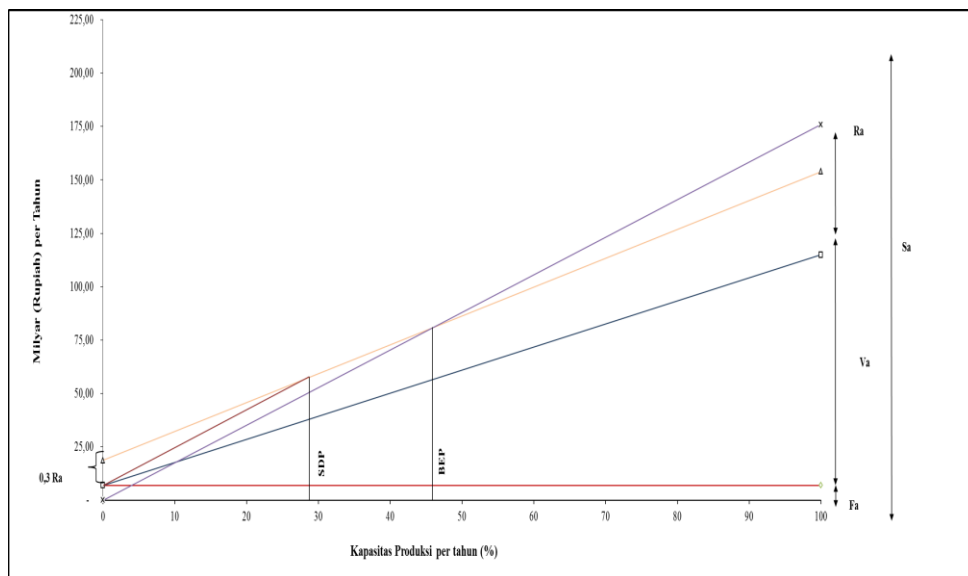
Kode	: MD-02
Fungsi	: Tempat memurnikan produk butil akrilat
Jenis	: <i>Tray Colomn</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-304</i>
Kondisi Operasi	
• Umpan	: P = 1 atm T = 146°C
• Top	: P = 1 atm T = 139°C
• Bottom	: P = 1 atm T = 147°C
Jumlah <i>plate</i> aktual	: 54 plate
Diameter atas	: 1,96 m
Diameter bawah	: 2,42 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,169 m (0,1875 in)
Tebal <i>head</i>	: 0,169 m (0,1875 in)
Tinggi <i>head</i>	: 0,112 m ( 4,396 in)
Tinggi Menara	: 16,20 m

Unit pendukung proses atau sering dengan unit utilitas merupakan sarana penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses pada pabrik. Untuk menunjang proses industri, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air sebesar 23.341,74 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan sebuah generator set sebesar 425 kW sebagai cadangan dengan bahan bakar 55,9920 liter/jam.

Bentuk perusahaan yang dipilih dalam perancangan pabrik butil akrilat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Kapasitas produksi sebesar 60.000 ton/tahun

yang akan didirikan dan berlokasi di Cilegon, Banten. Pabrik memiliki jumlah karyawan sebanyak 300 orang.

Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan terhadap pabrik ini dibutuhkan modal tetap Rp 770.519.570.113 dan modal kerja sebesar Rp 298.543.530.120. keuntungan sebelum pajak Rp 217.059.958.254 per tahun, setelah dipotong 50% keuntungan mencapai Rp 108.525.479.126,78 per tahun. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa hasil *Percent return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 28,17% dan setelah pajak sebesar 14,08%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,62 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 4,15 tahun dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,71%. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 28,25%. Berdasarkan data-data diatas maka pabrik butil akrilat disimpulkan pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.



Gambar 1. Grafik perhitungan analisis ekonomi

#### 4. PENUTUP

Pabrik butil akrilat dari butanol dan asam akrilat digolongkan pabrik beresiko tinggi karena kondisi operasi tekanan tinggi. Hasil analisa ekonomi pabrik etil klorida kapasitas 60.000 ton/tahun yaitu sebagai berikut: Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 217.059.958.254,- dan sesudah pajak sebesar Rp 108.525.479.126,78,- Percent Return on Investment (ROI) sebelum pajak sebesar

28,17% dan sesudah pajak 14,08%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,62 tahun dan sesudah pajak 4,15 tahun. POT pabrik sebelum pajak maksimal 5 tahun (Aries and Newton: 1955). Break Event Point (BEP) sebesar 45,85% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 28,71%. BEP yang wajar untuk suatu pabrik kimia berkisar 40-60%. Discounted Cash Flow (DCF) sebesar 28,25% sedangkan suku bunga pinjaman di bank sekitar 10% per tahun.

Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, pabrik butil akrilat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun cukup layak dan menarik untuk didirikan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aries, R.S., Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc.Graw Hill Book Company Inc, New York, Toronto, London.
- Badan Pusat Statistik, 2014, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, <http://www.bps.go.id>, diakses Selasa, 17 Juni 2014, pukul 18:13 WIB.
- Branan, C. R., 1994, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Gulf Publishing Company, Houston Brown, G. G., 1978, *Unit Operations*, John Wiley and sons, Inc, New York.
- Brownell, L. E., and Young, E. H. 1979, *Process Equipment Design*, Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Cepci. 2014. [http://goliath.ecnext.com/coms2/gi\\_0199-8021863/Chemical-Engineering-Plant-Cost-Index.html](http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-8021863/Chemical-Engineering-Plant-Cost-Index.html). Diakses Rabu, 6 Januari 2016, pukul 13.45
- Chien, I-lung., and Zeng, K. L., 2005, *Design and Control of Butyl Acrylate Reactive Distillation Column System*, University of Science and Technology, Taipe, Taiwan.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983, *Chemical Engineering*, 1st edition, Volume 6, Pergason Press, Oxford.
- Darge, Oliver., and Thyron, F. C., 1993, *Kinetics of the Liquid Phase Esterification of Acrylic Acid with Butanol Catalysed by Cation Exchanger Resin*, University Louvain.
- EEA, 2011, *Peralatan Energi Panas: Boiler & Pemanas Fluida Termis*, UNEP.
- Faith, W. L., Keyes, 1957, *Industrial Chemical*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons Inc. New York.



- Fessenden, Ralph J. and Fessenden, Joan. S., 1992, *Kimia Organik*, Erlangga. Jakarta.
- Hanum, F, 2002, *Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum*, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Hernandez Oscar, *SIDS Initial Assessment Report*, <http://www.oecd.org>. Diakses 4 Januari 2015, pukul 15.38
- Indonesia Salary Guide, 2016, <http://www.kellyservices.co.id>. Diakses Rabu, 6 Januari 2016, pukul 18.37
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw-Hill International Book Company Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1992, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd edition, vol. 12, Interscience Publishing Inc., New York.